

Ա.Գ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

**ՏԱՐԲԵՐ ԶԵՐՄԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐՈՎ ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՄՊԵՐԻ ՆԵՐԴՐՄԱՆ
ԷՆԵՐԳԱԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ՝ ՇԻՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵՂԱԿԱՅՄԱՆ ՎԱՅՐԻ
ԲՆԱԿԼԻՄԱՅԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ԵՎ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ
ՀԱՇՎԱՌՄԱՄԲ**

Իրականացվել է ցածր պոտենցիալային տարբեր ջերմաղբյուրներով ջերմապոմպային տեղակայանքների բնութագրերի վերլուծություն: Ուսումնասիրվել են ջերմային պոմպից սառնարանային մեքենայի ռեժիմային անցումների հիմնական տեսակները, ինչպես նաև դիտարկվել են հորիզոնական և ուղղահայաց գրունտային ջերմափոխանակիչներով ջերմային պոմպերի նախագծման եղանակների մոտավոր հաշվարկները, և կատարվել է համապատասխան եզրահանգում:

Առանցքային բաներ. ջերմային պոմպ, ցածր պոտենցիալային ջերմաղբյուր, սառնարանային մեքենա, ջերմային տրանսֆորմատոր, գրունտային ջերմափոխանակիչ:

Հանածո էներգակիրների պաշարների սահմանափակ լինելը, ինչպես նաև դրանց սպառման արագությունը պայմանավորում են էներգախնայող տեխնոլոգիաների կիրառման անհրաժեշտությունը: Էներգախնայող տեխնոլոգիաների արդյունավետ կիրառման խնդիրը արդիական է ինչպես մի շարք զարգացած երկրներում, այնպես էլ Հայաստանում:

Ջեռուցման, տաք ջրամատակարարման և օդորակման կարիքների ապահովման տեսանկյունից առաջիկա տասնամյակում որպես ջերմային էներգիայի գեներատորներ առավել հեռանկարային են ջերմային պոմպերը (ՋՊ): Ներկայումս արդյունաբերության տարբեր ոլորտներում ՋՊ-երի լայնածավալ կիրառումը թույլ է տալիս լուծել մի շարք էներգետիկական և էկոլոգիական խնդիրներ: ՋՊ-ի կիրառումը զգալիորեն կրճատում է դեպի մթնոլորտ CO₂-ի և հանածո վառելիքի այրման այլ վնասակար արգասիքների արտանետումները: ՋՊ-ի բացահայտ առավելություններից մեկը ջերմային էներգիա արտադրող էլեկտրական, գազային կամ դիզելային գեներատորների համեմատ այն է, որ ջերմության արտադրության համար էներգիայի մինչև 80% վերցվում է կա՛մ շրջապատող միջավայրից, կա՛մ տեխնածին թափոնային ջերմության աղբյուրներից:

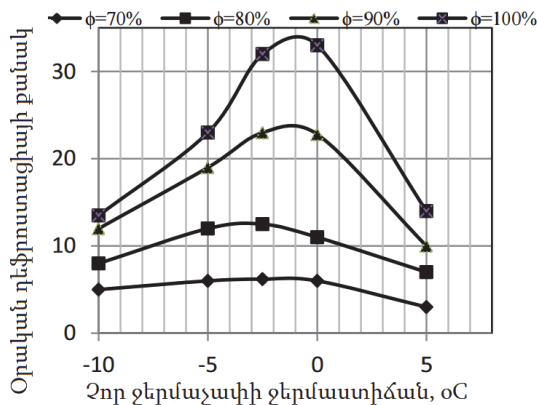
ՋՊ-ի համար որպես ցածր պոտենցիալային ջերմաղբյուր (ՑՊՋԱ) օգտագործում են արտաքին օդը, գրունտը, հոսքաջրերը, ստորգետնյա ջրերը, մակերևութային ջրերը (ծովեր, լճեր, գետեր...) և այլն: ՑՊՋԱ-ի օպտիմալ ընտրությունն իրականացվում է կառուցվող օբյեկտի տեղակայման քաղաքաշինության պայմանների և կոնստրուկտիվ լուծումների վերլուծության արդյունքում:

Արտաքին օդի և գրունտի կիրառումը որպես ջերմաղբյուր հասանելիության տեսանկյունից ամենահարմար տարբերակներից է: Օդային ՋՊ-երն ունեն ջերմաստիճանային լայն միջակայք և, ի համեմատ գրունտային ՋՊ-երի՝ ավելի ցածր հետզնման ժամկետ:

Միևնույն ժամանակ, արտաքին օդը՝ որպես ջերմաղբյուր, օժտված է նաև մի շարք թերություններով.

- արտաքին օդի ցածր ջերմաստիճանների դեպքում՝ ձևափոխման գործակցի կտրուկ նվազում,
- ձմռանը՝ նվազագույն ջերմատիճանների դիտման շրջանում, կոնդենսացման և եռման ջերմաստիճանների տարբերության մեծացում,
- գոլորշացուցչի մակերևույթին սառցի գոյացման կանխման նպատակով գոլորշացուցչում դեֆրոստացիայի իրականացում:

ՋՊ-ի գոլորշացուցչի մակերևույթին սառցի որոշակի շերտի գոյացումը թույլատրելի է, սակայն օդի մեծ խոնավապարունակության և 0°C-ից ցածր ջերմաստիճանների դեպքում դեֆրոստացիայի ցիկլերի իրականացումը բազմակի անգամ աճում է: Դեֆրոստացիայի հաճախականության կախվածությունը օդի հարաբերական խոնավությունից (ϕ) և չոր ջերմաչափի ջերմաստիճանից բերված է նկ.1-ում:

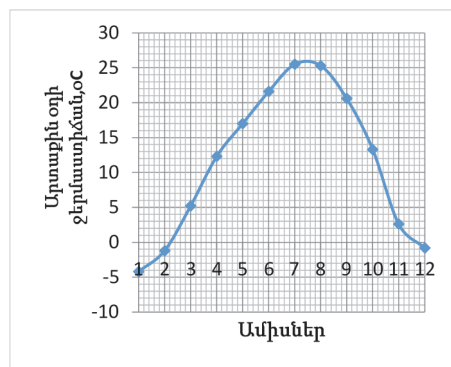


Նկ.1. Դեֆրոստացիայի հաճախության կախվածությունը օդի հարաբերական խոնավությունից և չոր ջերմաչափի ջերմաստիճանից

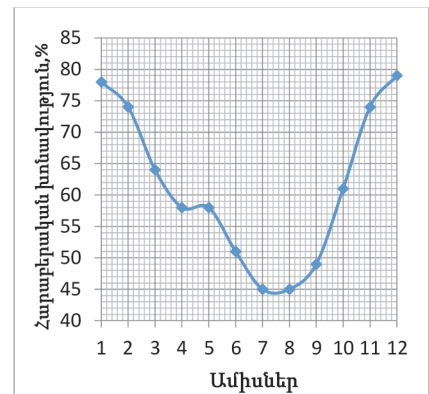
ՋՊ-ի գոլորշացուցչի մակերևույթին դեֆրոստացիայի առավելագույն հաճախականությունը դիտվում է -5...0°C ջերմաստիճանային միջակայքում: Դա պայմանավորված է նրանով, որ ներծծվող (մուտքային) օդի հետ տեղակայանք ներթափանցած խոնավությունը շարունակաբար կուտակվում է գոլորշացուցչի ջերմափոխանակիչ մակերևույթի վրա սառցի տեսքով՝ վատացնելով օդի և սառ-

նարանային ագենտի միջև ջերմափոխանակությունը: Արտաքին օդի բարձր խոնավության և ցածր ջերմաստիճանների պայմաններում օդային ջերմային պոմպի շահագործումը դառնում է անարդյունավետ:

Դիտարկենք քաղաք Երևանում օդային և գրունտային ՋՊ-ների կիրառման նպատակահարմարությունը: Նկ.2-ում և նկ.3-ում բերված են Երևանում տարվա ընթացքում համապատասխանաբար արտաքին օդի ջերմաստիճանի և հարաբերական խոնավության փոփոխությունները:



Նկ. 2. Երևանում արտաքին օդի ջերմաստիճանի տարեկան փոփոխությունը



Նկ. 3. Երևանում հարաբերական խոնավության տարեկան փոփոխությունը

Ըստ նկ.2-ի և 3-ի՝ կարելի է եզրակացնել, որ Երևանում ջեռուցման սեզոնին հարաբերական խոնավությունը գերազանցում է 70%-ը, իսկ արտաքին օդի միջին օրական ջերմաստիճանը գործնականորեն -5°C -ից ցածր չէ: Դա թույլ է տալիս կիրառել օդային ՋՊ-եր ջեռուցման շրջանում՝ ապահովելով ջերմային տրանսֆորմատորի բավականին բարձր էներգետիկական արդյունավետություն:

ՋՊ-ի համար ՑՊՁԱ-ի արդյունավետ տարբերակներից է նաև գրունտը: Գրունտում ջերմային ռեժիմը ձևավորվում է երեք հիմնական գործոնների՝ արևի ճառագայթման, արտաքին օդի ջերմաստիճանի և ընդերքից ջերմության հոսքի ազդեցությամբ:

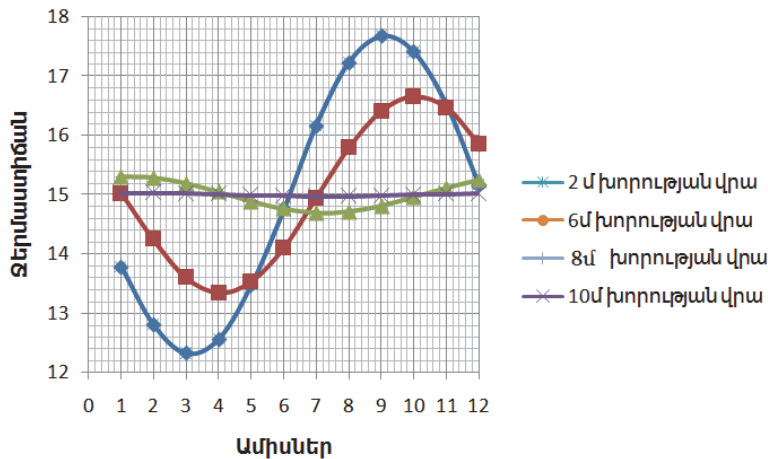
Հիմնականում կիրառվում են գրունտային ՋՊ-երի երկու տիպի համակարգերը՝ բաց (որպես ցածր պոտենցիալային ջերմության աղբյուր օգտագործվում են գրունտային ջրերը, որոնք անմիջապես տրվում են ՋՊ-ին հորատանցքերից) և փակ (օգտագործվում է անմիջապես գրունտի ջերմությունը գրունտային ջերմափոխանակչի կիրառմամբ): Փակ համակարգերն իրենց հերթին ստորաբաժանվում են հորիզոնականի և ուղղահայացի:

Նկ.4-ում բերված է գրունտում տարբեր խորություններում ջերմաստիճանի փոփոխման գրաֆիկը, որը կառուցվել է [1]-ում առկա (1) արտահայտությամբ.

$$T_q = \bar{T}_{\text{միջ.տ.}} + \Delta T_{\text{օդ}} \exp(-\xi) \cos\left(\frac{2\pi t}{t_0} - \varphi_0 - \xi\right), \quad (1)$$

$$\xi = z \cdot \sqrt{\frac{\pi}{3600 \cdot a \cdot t_0}}, \quad (2)$$

որտեղ $\Delta T_{\text{օդ}} = T_{\text{միջ.ամս.}} - \bar{T}_{\text{միջ.դ.}} = 11.3^\circ\text{C}$ (տվյալները վերցվել են ըստ [2]), $\bar{T}_{\text{միջ.դ.}}$ -ն դիտարկվող տարածաշրջանում օդի միջին տարեկան ջերմաստիճանն է, $^\circ\text{C}$, $T_{\text{միջ.ամս.}}$ -ը՝ առավելագույն ջերմաստիճանով միջին ամսական ջերմաստիճանը, $^\circ\text{C}$, t -ն՝ տարվա տվյալ օրվա հերթական համարը, σ , t_0 -ն՝ տարվա ժամերի թիվը, 8760ժ, z -ը՝ գրունտի խորությունը, m , a -ն՝ գրունտի ջերմաստիճանահաղորդականության գործակիցը, $m^2/վ$, φ_0 -ն՝ առավելագույն ջերմաստիճանի ֆազային անցման գործակիցը՝ $\varphi_0 \approx 1.06\pi$:



Նկ. 4. Գրունտում տարբեր խորություններում ջերմաստիճանի փոփոխման գրաֆիկը

Նկ.4-ից հստակ երևում է, որ Երևանում 10մ խորության վրա ունենք մոտ 15°C ջերմաստիճան, ընդ որում, ի տարբերություն ցածր պոտենցիալային այլ ջերմաղբյուրների, այն անսպառ է և տարվա կտրվածքով գրեթե հաստատուն է, սակայն գրունտային ՋԴ-երն ունեն ավելի բարձր արժեք՝ ի համեմատ դասական ջեոտոցման կաթսայական համակարգերի, և գրունտային ՋԴ-ի նախագծման, մոնտաժման և սպասարկման համար պահանջվում են հմուտ և որակավորված մասնագետներ:

ՑԴՋԱ-ով աշխատող ՋԴ տեղակայանքները կարող են աշխատել հետևյալ ռեժիմներով.

- ջեոտոցում և տաք ջրամատակարարում (ջերմային պոմպ),
- օդորակում և տաք ջրամատակարարում (սառնարանային մեքենա):

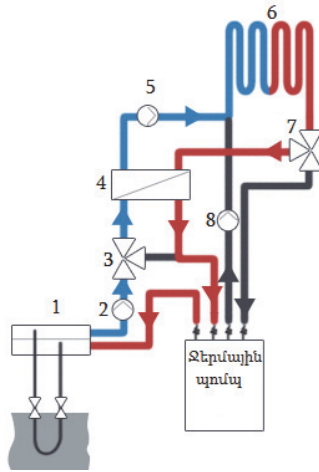
Ջերմային պոմպի աշխատանքից սառնարանային մեքենայի ռեժիմի անցումը կամ հակառակը իրականացվում է եռաքայլ կամ քառաքայլ փականի եզրային դիրքի փոփոխմամբ՝ կախված օդորակման տեսակից, որի դեպքում սառնարանային ագենտը ներքին կոնտուրում փոխում է իր ուղղությունը:

Գոյություն ունեն ջերմային պոմպով օդորակման երկու հիմնական եղանակներ, որոնք տարբերվում են իրենց աշխատանքային սկզբունքով, էներգասպառմամբ և ցրտարտադրողականության արդյունավետությամբ: Դրանք են.

- պասսիվ օդորակում,
- ակտիվ օդորակում:

Պասսիվ (բնական) օդորակումը պահանջում է էլեկտրաէներգիայի նվազագույն ծախսեր, սակայն ցածր արտադրողականություն ունի: Այս տիպի օդորակումը կարելի է օգտագործել միայն այն ջերմային պոմպերում, որոնք կորզում են, օրինակ, գրունտի կամ ջրի ցածր պոտենցիալային էներգիան: Պասսիվ օդորակման իրագործման դեպքում (նկ.5) ջերմապոմպային տեղակայանքի կոնտուրում տեղադրվում են լրացուցիչ սարքավորումներ՝ եռաքայլ փականներ, թիթեղավոր ջերմափոխանակիչ և լրացուցիչ պոմպեր: Սա թույլ է տալիս օգտագործել գրունտի և գրունտային ջրերի (6...10°C) ցածր ջերմաստիճանը միջավայրի հովացման համար: Գրունտում հովացված ջերմակիրն ուղղվում է լրացուցիչ տեղադրված ջերմափոխանակիչ՝ շրջանցելով ջերմային պոմպի կոմպրեսորը: Այնուհետ հովացված ջերմակիրն անցնում է էներգիայի բաշխման համակարգ և կլանում է միջավայրի ավելցուկային ջերմությունը: Ընդ որում, կոմպրեսորը այդ ընթացքում չի միացվում, և էլեկտրաէներգիան ծախսվում է միայն պոմպերի և ցրտարտադրման համակարգի մյուս սարքավորումների աշխատանքի համար: Պասսիվ օդորակման (ցրտարտադրողականության) հզորությունը մեծապես կախված է ջերմադրյուրի չափերից, ջերմաստիճանից և շահագործման տևողությունից և, որպես կանոն, պասսիվ ռեժիմը միայն մասնակիորեն կարող է ապահովել շինության օդորակումը: Ամռան վերջում, երբ գրունտը արդեն բավականաչափ ջերմային էներգիա է կլանում, ցրտարտադրողականությունը կլինի ցածր: Դրա հետ կապված լավագույն ցրտարտադրողականության գործակիցը կդիտվի գրունտային ջրերի կիրառման դեպքում, քանի որ վերջիններիս ջերմաստիճանը տարվա ընթացքում գրեթե անփոփոխ է:

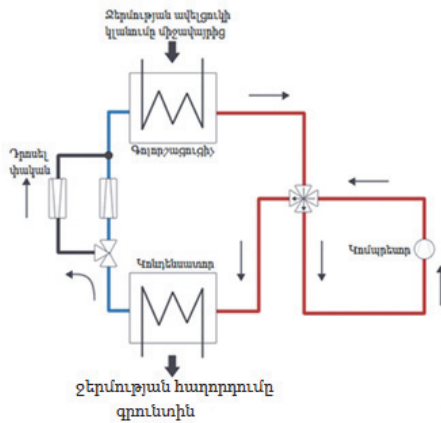
Պասսիվ օդորակման մեկ այլ առավելություն է գրունտի արագ ռեգեներացիան և գրունտում ջերմության կուտակումը մինչ ջեռուցման շրջանը, ինչը իր հերթին բարձրացնում է տեղակայանքի ձևափոխման գործակիցը՝ COP (coefficient of performance): Պասսիվ օդորակումը չի կարող ապահովել շինության հովացման ողջ բեռնվածքը, սակայն տնտեսապես շահավետ է, քանզի վերջինիս COP=15...20:



Նկ. 5. Գրունդ-ջուր ջերմային պոմպով պասսիվ օդորակման իրագործման սկզբունքային սխեման.

1. գրունդային ջերմափոխանակիչ (ԳՋՓ), 2,5,8. շրջանառության պոմպ, 3,7. եռաքայլ փական, 4. թիթեղային ջերմափոխանակիչ, 6. ցրտի/ջերմության բաշխման համակարգ

Ակտիվ օդորակումը կարելի է իրականացնել շոգեկոմպրեսիոն ջերմային պոմպերի բոլոր տիպի ջերմաղբյուրներով: Ակտիվ հովացման դեպքում ջերմային պոմպն աշխատում է հակառակ ցիկլով, այս պրոցեսն անվանում են նաև ուներսիվ: Ակտիվ օդորակման համար ջերմային պոմպի կոնտուրում (նկ.6) ներառվում են քառաքայլ փական և դրոսելային փական: Այս դեպքում աշխատող հեղուկը շրջանառություն կատարում է հակառակ ուղղությամբ:



Նկ. 6. Գրունդ-ջուր ջերմային պոմպով ակտիվ օդորակման իրագործման սկզբունքային սխեման

Շարժման ուղղության փոփոխման հետևանքով գոլորշացուցիչ- ջերմափոխանակչում գոլորշացման պրոցեսը փոխվում է կոնդենսացման պրոցեսով, իսկ կոնդենսատոր-ջերմափոխանակչում կոնդենսացման պրոցեսը՝ գոլորշացման պրոցեսով: Այսպիսով, ցրտամատակարարման կոնտուրում շրջանառություն կատարող ջուրը տրվում է օդորակման, իսկ տաք սառնարանային ազենտը ջերմությունը հաղորդում է արտաքին կոնտուրում շրջանառություն կատարող ջերմակրին, որն էլ իր ջերմությունը հաղորդում է գրունտին. տեղի է ունենում ջերմային էներգիայի ցրում (կուտակում) գրունտում և հետագայում դրա օգտագործումը ջեռուցման սեզոնին: Ջերմային պոմպի՝ ակտիվ օդորակման ռեժիմով աշխատելու դեպքում ցրտարտադրողականության գործակիցը՝ EER կլինի ավելի ցածր, քան ջեռուցման շրջանում COP-ը: Դա պայմանավորված է կոմպրեսորի աշխատանքի արդյունքում լրացուցիչ ջերմության առկայությամբ, որն այս դեպքում արդյունավետ չի օգտագործվում:

Վերջին տարիներին լայն տարածում են գտել նաև արտաբացիոն ՋՊ-երը: Աբսորբցիոն ջերմային տրանսֆորմատորները ջրաամոնիակային կամ աղային (քլոր- կամ բրոմ- լիթիումի ջրային լուծույթներ) սառնարանային մեքենաներ են: Ամոնիակի բարձր ճնշման և ցածր էներգետիկական արդյունավետության հետևանքով ջրաամոնիակային արտաբացիոն ՋՊ-երը, ի տարբերություն բրոմլիթիումային ՋՊ-ի, քիչ են կիրառվում: Աբսորբցիոն բրոմլիթիումային ՋՊ-երը թույլ են տալիս 40...60°C թափոնային ջերմության և հովացնող միջավայրի (15-20°C ջուր, մինչև 10°C օդ) առկայության դեպքում բարձրացնել տաքացվող ջերմակրի ջերմաստիճանը 15...30°C-ով [3]: Վերը նշված ջերմաստիճանային մակարդակով թափոնային ջերմության աղբյուրները բավականին տարածված են և էներգիայի քանակական տեսանկյունից մեծամասշտաբ են (քիմիական արդյունաբերություն, հեռացող ծխագազեր և այլն):

Ի համեմատ շոգեկոմպրեսիոնի՝ արտաբացիոն ջերմային պոմպի լուրջ թերություններից են էներգետիկական ցածր գործակիցը և մեծ չափերը: Էներգաարդյունավետության բարձրացման նպատակով արտաբացիոն ՋՊ-ի սխեմաների կատարելագործումը հանգեցնում է մի շարք դժվարությունների:

Դիտարկենք Երևանում նախագծվող շինության համար գրունտային հորիզոնական և ուղղահայաց ջերմափոխանակչով ՋՊ-ի մոտավոր հաշվարկը: Համարվում է, որ 3մ բարձրությամբ առաստաղով, 10 մ² մակերեսով շինության համար անհրաժեշտ է սպառել 0.8 կՎտ հզորություն: 200 մ² մակերեսով շինության համար անհրաժեշտ ջերմային պոմպի հզորությունը պետք է կազմի՝ 200*0.8/10=16 կՎտ: Ելնելով ստացված արժեքից՝ շինության ջերմամատակարարման համար ընտրվում է <<հող-ջուր>> տիպի հորիզոնական ջերմափոխա-

նակչով Thermia Diplomat Optimum G3 ջերմային պոմպը՝ 17կՎտ հզորությամբ: 17 կՎտ հզորությամբ ՋՊ-ի կոմպրեսորի հզորությունը սովորաբար 3.5...4.5 կՎտ տիրույթում է, միջինը՝ 4 կՎտ: Որպես ջերմակիր օգտագործվում է ջրմուղի ջուրը: Ենթադրենք գրունտի տիպը խոնավ կավ է:

Երևանում գրունտի տեսակների վերաբերյալ լրացուցիչ տվյալները բերված են աղյուսակում:

Աղյուսակ

Ս-աձև խողովակային ջերմափոխանակիչների հնարավոր տեսակարար ջերմատվությունը գրունտի տարբեր տեսակների դեպքում

Գրունտի տեսակը	Հնարավոր տեսակարար ջերմատվությունը հորատանցքից, Վտ/մ
Ընդհանուր նորմատիվային ցուցանիշներ	20
<ul style="list-style-type: none"> ▪ վատ գրունտ (չոր տեղումային տեսակ) ($\lambda < 1.5$ Վտ/մ²) 	50
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Նորմալ պինդ քարե և ջրով հագեցած տեղումային տեսակ ($\lambda < 1.5 \dots 3$ Վտ/մ²) 	70
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Պինդ քարե տեսակ բարձր հաղորդականությամբ ($\lambda < 1.5 \dots 3$ Վտ/մ²) 	80
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ստորգետնյա ջրեր 	
Մանրաքարային չոր ավազ	<20
Մանրաքարային հագեցած ավազ	55...65
Խոնավ կավ	30...40
Կրաքար	45...60
Ավազ	55...65
Հիմնային մագմատիկ տեսակ (օրինակ՝ բազալտ)	35...55
Թթվային մագմատիկ տեսակ (օրինակ՝ գրանիտ)	55...70
Ընդերքային քարեր	55...70
Գղձաքար	60...70

Ջերմափոխանակչի հորիզոնական տեղակայման դեպքում մետաղապլաստիկ խողովակները տեղադրվում են 1,2...1,5մ խորության վրա, իսկ պարուրաձև տեղակայման դեպքում՝ 2...4 մ խորության վրա:

Հորիզոնական ջերմափոխանակչի ջերմային հզորությունը որոշվում է՝

$$Q_0 = Q_{ջպ} - P = 17 - 4 = 13 \text{ կՎտ}, \quad (3)$$

որտեղ $Q_{ջպ}$ -ն ջերմային պոմպի հզորությունն է, *կՎտ*, P -ն՝ կոմպրեսորի էլեկտրական հզորությունը, *կՎտ*:

Խողովակների գումարային երկարությունը որոշվում է ըստ հետևյալ արտահայտության.

$$L = Q_0 / q = 13 / 0,035 \approx 371 \text{ մ}, \quad (4)$$

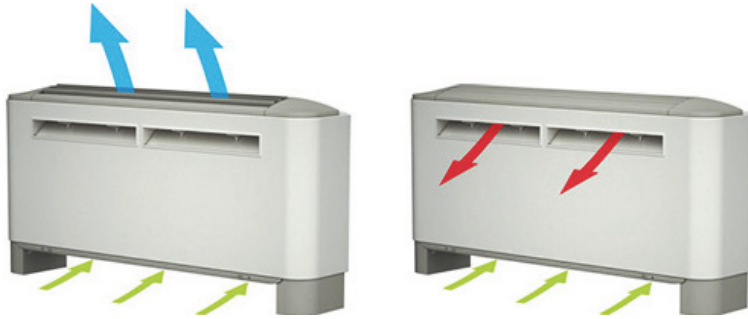
որտեղ q -ն խոնավ կավի համար վերցվում է աղյուսակից:

Նման ջերմափոխանակչի համար անհրաժեշտ է 5 կոնտուր (n) (371/5) 74.2մ երկարությամբ (l): Ըստ այս տվյալի՝ որոշում ենք ջերմափոխանակչի տեղակայման մակերեսը.

$$A = l (2nd + (2n - 1)u) = 74.2 \cdot (2 \cdot 5 \cdot 0.04 + (2 \cdot 5 - 1) \cdot 0.75) = 530.5 \text{ մ}^2, \quad (5)$$

որտեղ n -ը կոնտուրի թիվն է, u -ն՝ խողովակների միջև քայլը, d -ն՝ խողովակի տրամագիծը (40մմ):

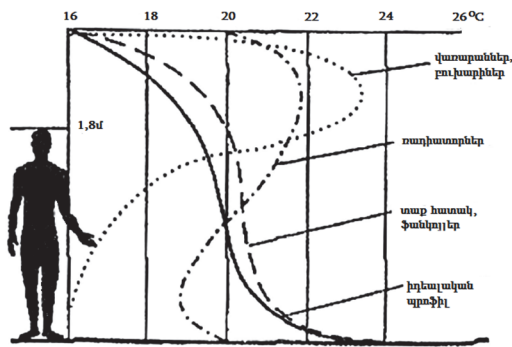
Օդորակման հնարավորությամբ ՋՊ-ի նախագծման դեպքում անհրաժեշտ է նախատեսել ցրտի բաշխման համակարգ: Ջեռուցման բազմաթիվ սարքավորումներ, ինչպիսիք են ջեռուցիչները կամ տաք հատակները, համապիտանի չեն և պիտանի չեն ցրտամատակարարման համար: Այս սարքավորումների՝ օդորակման հետ կապված խնդիրը ջեռուցիչների և տաք հատակի վրա գոյացած կոնդենսատի հեռացման անհնարինությունն է, ինչպես նաև «սառը հատակը» վնասակար է առողջության համար: Համաշխարհային պրակտիկայում կա «սառը պատերի» և «սառը առաստաղի» կիրառման փորձ, որը ավելի արդյունավետ է, քանի որ միջավայրում սառը օդը բաշխվում է հավասարաչափ վերից վար: Սակայն նման համակարգի կիրառման համար անհրաժեշտ են լրացուցիչ զգալի ծախսեր և հզոր չորանոցներ, որն էլ կարող է հանգեցնել օդի զգալի չորացման: Ավելի օպտիմալ տարբերակ է շինությունում ցրտի բաշխման իրականացումը ֆանկոյլների միջոցով (նկ.7), որոնք, ջերմակրից վերցնելով ջերմությունը կամ ցուրտը, տաքացնում կամ հովացնում են համապատասխան տարածքը:



Նկ. 7. Օդի տաք և սառը հոսքերի բաշխումը ֆանկոյլների միջոցով

Ֆանկոյլները կարելի է տեղադրել հատակին, ամրացնել պատին կամ առաստաղին: Այս սարքավորումը հագեցած է նաև լրացուցիչ ցածրադնուկ օդամուղով, որը թույլ է տալիս հավասարապես բաշխել ցուրտը կամ ջերմությունը, այն ունի նաև կոնդենսատահեռացման հանգույց: Ֆանկոյլները արդյունավետ աշխատում են ինչպես հովացման, այնպես ջեռուցման շրջանում, ուստի կարող են աշխատել շինությունում և որպես էներգիայի բաշխման հիմնական սարքավորումներ, և ամառային շրջանում որպես օժանդակ սարքավորումներ:

Ըստ վերլուծությունների՝ ջեռուցման շրջանում առավել արդյունավետ է <<տաք հատակ>> և ֆանկոյլների կիրառումը, քանի որ այն հնարավորինս մոտ է, այսպես կոչված, <<իդեալական պրոֆիլին>>, որն ապահովում է ձմռանը անհրաժեշտ ջերմությունը ոտքերին, իսկ ամռանը՝ անհրաժեշտ զովությունը գլխի հատվածում (նկ.8):



Նկ. 8. Միջավայրում ջերմաստիճանի բաշխումն ըստ մարդու համար իդեալական պրոֆիլի

Ուղղահայաց ջերմափոխանակչի տեղակայման դեպքում անհրաժեշտ է հորատանցքերը փորել 50...200 մ խորությամբ: Դրանցում տեղակայում են Ս-ձև մետաղապլաստե կամ պլաստիկ խողովակներ՝ 32...40 մմ տրամագծով: Դրա համար մեկ հորատանցքում տեղադրվում է 2 հանգույց, որոնք ծածկում են

բետոնով: Գրունտի միջոցով կուտակված ջերմությունը շրջանառություն է կատարում ուղղահայաց տեղակայված գրունտային ջերմափոխանակչով (ԳՋՓ): Դրանով ջերմակրի շրջանառությունն ազդում է հորատանցքի հարակից ջերմային դաշտի վրա: Տեսականորեն ջերմահաղորդականության հավասարումից հետևում է, որ ջերմաստիճանային դաշտի փոփոխությունը, շրջանառվող միջանկյալ ջերմակրի միջոցով ջերմության խլման հետևանքով, պետք է շարունակվի նույնիսկ մեծ հեռավորությունների վրա: Սակայն գործնականում խողովակում միշտ հնարավոր է սահմանել որոշակի շեմ (ազդեցության շառավիղ), որի տիրույթից դուրս ջերմաստիճանի փոփոխությունը բավականին փոքր է: Զերմային ազդեցության շառավիղը որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$R = 2.5 \cdot (a \cdot \tau)^{1/2}, \quad (6)$$

որտեղ a -ն ջերմաստիճանահաղորդականության գործակիցն է, τ -ն՝ ջերմափոխանակչի հորատանցքի շահագործման ժամանակը, μ :

10 մ խորության վրա գրունտում ջերմաստիճանը մոտ 15°C է: Անհրաժեշտ է հաշվի առնել, որ հորատանցքերի միջև հեռավորությունը պետք է լինի ավելի քան 5մ:

Ուղղահայաց ջերմափոխանակչի ջերմային հզորությունը ևս կորոշվի (3) և (4) բանաձևերի միջոցով, և, բնականաբար, պահանջվող միևնույն հզորության և գրունտի տեսակի դեպքում դրանք կունենան նույն արժեքները: Այսպիսով, 13կՎտ հզորությամբ ուղղահայաց ջերմափոխանակչի համար հորի անհրաժեշտ խորությունը կարող ենք որոշել.

$$l = L/2 \cdot n \cdot 2 = 371/2 \cdot 2 \cdot 2 = 46.4 \text{ մ:}$$

Այսպիսով, անհրաժեշտ կլինի փորել 46.4մ խորությամբ երկու հոր: Տվյալ դեպքում մակերեսը կարող ենք մոտավորապես որոշել հետևյալ կերպ.

$$A = (2 \cdot d + u) \cdot (n \cdot (2 \cdot d + u) + x) = (2 \cdot 0.04 + 0.75) \cdot (2 \cdot (2 \cdot 0.04 + 0.75) + 5) = 5.5 \text{ մ}^2:$$

Շինությունում ուղղահայաց ջերմափոխանակչով ԶՊՏ-ով ջեռուցումը կամ օդորակումն իրականացվում են հորիզոնական ջերմափոխանակչով՝ ԶՊՏ-ի համանման ձևով:

Զերմափոխանակչի ճիշտ ընտրության համար անհրաժեշտ է նաև հաշվի առնել գրունտի ջերմաֆիզիկական հատկությունները և տվյալ տեղանքի կլիմայական պայմանները: Այս տեսանկյունից որոշիչ գործոններ են գրունտում ջրի քանակությունը, գրունտի հանքային կազմը, հորերում առկա օդանցքերի քանակը և չափերը: Գրունտի ջերմահաղորդականության գործակիցը և կուտակիչ հատկությունը բարձր են այնքան, որքան շատ է ջրի քանակը, բարձր՝ գրունտի հանքային կազմը և քիչ՝ օդային բացակները:

Այսպիսով, իրականացված վերլուծությունը ցույց տվեց, որ կոնկրետ տեսակի (օդային, գրուտային և այլն) ջերմային պոմպի էներգաարդյունավետությունը նախ և առաջ կախված է տվյալ տեղանքի կլիմայական պայմաններից, իրականացվող նախագծի տեխնիկական հնարավորություններից, ցածր պոտենցիալային ջերմաղբյուրի հասանելիությունից և բնութագրերից: Դիտարկվեցին ջերմային պոմպից սառնարանային մեքենա անցումային ռեժիմների իրականացման սխեմատիկական եղանակները, ինչպես նաև իրականացվեց Երևանում նախագծվող շինության համար հորիզոնական և ուղղահայաց ջերմափոխանակիչների մոտավոր հաշվարկ: Հաշվարկային ավելի ճշգրիտ արդյունքներ ստանալու համար հարկավոր է իրականացնել այդ երկու տիպերի համեմատական վերլուծություն՝ հաշվի առնելով գրունտի ջերմաֆիզիկական հատկությունները և տեղանքի բնակլիմայական պայմանները, ինչպես նաև տնտեսական ցուցանիշները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Ramming K.** Bewertung und Optimierung oberflächennaher Erdwärmekollektoren für verschiedene Lastfälle: Dissertation ... Doktor-Ingenieur / K. Ramming. – TU Dresden, 2007. – 149 s.
2. <http://tp5.am>
3. **Горшков В.Г.** Тепловые насосы. Аналитический обзор: Справочник промышленного оборудования. -2004.- N2.- С. 47-80.

Ա.Գ. ՏԱՐԳՏՅԱՆ

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ТЕПЛОИСТОЧНИКАМИ С УЧЕТОМ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ СООРУЖЕНИЯ

Проведен анализ характеристик различных типов низкопотенциальных теплоисточников тепловых насосов. Изучены основные типы режимных переходов от тепловых насосов к холодильным машинам. Рассмотрены приблизительные расчеты проектирования тепловых насосов с горизонтальными и вертикальными теплообменниками и сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: тепловой насос, низкопотенциальный источник тепла, холодильная машина, тепловой трансформатор, грунтовой теплообменник.

A.G. SARGSYAN

ENERGY EFFICIENCY OF IMPLEMENTATING HEAT PUMPS WITH DIFFERENT HEAT SOURCES CONSIDERING NATURAL-CLIMATIC CONDITIONS AND THE OBJECT CHARACTERISTICS

The characteristics of heat pumps with different types of low potential heat sources are investigated. The basic types of regime transitions from heat pumps into refrigerating machines is studied and approximate calculations of heat pump project with horizontal and vertical heat exchangers are considered, and appropriate conclusions are made.

Keywords: heat pump, low potential heat source, refrigerating machine, heat transformer, ground heat exchanger.

ՀՏԴ 621.311.214

Հ.Ա. ԲՈՒՌՆԱԶՅԱՆ, Ա.Մ. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ

ՀԻՂՐՈՎՈՒՏԱԿԻՉ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ԴԵՐԸ ԷՆԵՐԳԱՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐՈՒՄ

Ներկայումս ամբողջ աշխարհում էլեկտրաէներգետիկական ընկերությունները կառուցում են նոր հիդրոէլեկտրակայաններ (ՀԷԿ), որոնք կարող են լուծել արևային էլեկտրակայաններով արտադրված էներգիայի ավելցուկի կուտակման խնդիրը: Ուսումնասիրվել են աշխարհում գործող և կառուցվող հիդրոէլեկտրակայանները, դրանց հզորությունները և դերը էներգահամակարգերում:

Առանցքային բառեր. հիդրոէլեկտրակայան, հզորություն, արևային էներգետիկա:

Ժամանակակից էներգամիավորումների էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի կորերը (օրական բեռի գրաֆիկները) առանձնանում են անհավասարության բարձր աստիճանով, ինչը դժվարություններ է առաջացնում ինչպես պիկերի ծածկման, այնպես էլ օրական բեռի գրաֆիկների գիշերային իջեցումների կատարման դեպքում: Այդ խնդիրը ավելի է խորանում, երբ համակարգում գերակշռում են ցածր մանրայնություն ունեցող էլեկտրակայանները (ԱԷԿ, ՋԷԿ): Լուրջ խնդիր է դառնում ջերմային էլեկտրակայանների բեռնաթափումը, երբ գիշերային ժամերին բեռը նվազեցվում է՝ հաշվի առնելով բեռների ջերմային գրաֆիկի կատարման անհարաժեշտությունը և ԱԷԿ-ի էներգաբլոկների հավասարաչափ աշխատանքի ապահովումը: Բացի դրանից, առավոտյան ժամերին և երեկոյան, երբ բեռը կտրուկ մեծանում է, ավելի են սրվում էլեկտրաէներգիայի որակի ապահովման խնդիրները (նորմավորված հաճախականության և լարման պահպանումը) [1]: